ESTRUTURA MICROSCÓPICA E SUB-MICROSCÓPICA DA MADEIRA DE *BAUHINIA FORFICATA* LINK (LEG. CAES.)

RAUL DODSWORTH MACHADO,
ARMANDO DE MATTOS FILHO e
JÔNIA MARIA GUEDES PEREIRA
Jardim Botânico do Rio de Janeiro *

INTRODUÇÃO

A importância da melhor compreensão da estrutura do lenho é evidente, uma vez que as propriedades da madeira decorrem, em última análise, da natureza e arranjo das células que a constituem.

A investigação da anatomia da madeira segue padrões já bem estabelecidos por longa e sedimentada experiência. Entretanto, os esclarecimentos relativos à sua sub-estrutura provinham, até 1950, de métodos indiretos — a microscopia com luz polarizada e a difração de raios X.

Assim, quando o microscópio eletrônico e técnicas adequadas de preparação permitiram ver diretamente detalhes ultra-finos, inclusive as microfibrilas de celulose cujo diâmetro é da ordem de 20 milimicra, desenvolveu-se intensa e extensamente a aplicação dêste método; os resultados mais importantes da década 1950-1960 foram resumidos por LIESE e CÔTÉ (11).

A bibliografia atual dedicada à estrutura fina de madeiras é por demais vasta e nos é acessível apenas em parte, razão por que mencionamos sòmente que a mais importante contribuição provém das escolas de FREY-WYSSLING e MÜHLETHALER, LIESE, WARDROP, PRESTON, CÔTÉ e outros.

Os traqueóides das coníferas foram dos primeiros objetos a serem estudados, dada a relativa simplicidade da anatomia da respectiva madeira, sendo obtidas imagens diretas da trama e orientação das microfibrilas nas diferentes lamelas da parede primária, camadas S1 e S2 da parede secundária, e parede terciária (ou camada S3 da parede secundária).

Foram conseguidos interessantes esclarecimentos sôbre a camada verrugosa, que pode revestir a face interna da parede celular, intercalada ou recoberta por um depósito amorfo.

---

* Todos bolsistas do Conselho Nacional de Pesquisas.

Trabalho realizado em 1964, entregue para publicação em julho de 1965.

As pontuações e suas membranas, pelo seu papel na intercomunicação das células, na penetração de fungos, agentes de decomposição da madeira, e na difusão de preservativos, reclamaram desde logo a atenção dos pesquisadores.

Dentre as pontuações, as "guarnecidas" mereceram antes do advento do microscópio eletrônico notável investigação de I. W. BAILEY (2) que, além de retificar a interpretação da sua estrutura, afirmou seu valor na diagnose, após examinar 2.660 espécies de 152 famílias.

Assim, quando o interêsse do problema nos foi assinalado pelo Prof. FERNANDO ROMANO MILANEZ, examinamos, em colaboração com a Dra. ROSWITHA SCHMID, do Instituto de Botânica Florestal de München, durante a sua permanência no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, as pontuações vasculares de *Plathymenia foliolosa* Benth. e *P. reticulata* Benth. (24), *Goniorrhachis marginata* Taub. (13) e *Amburana acreana* (Ducke) A. C. Sm. (25).

Para o presente estudo escolheu-se *Bauhinia forficata* Link, representante de *Bauhinieæ*, única tribu de *Leguminosæ* assinalada por BAILEY (2) como não possuindo guarnição. Pareceu-nos interessante verificar se nesta espécie não há realmente guarnição, ou se está presente em dimensões abaixo do poder de resolução do microscópio ótico.

INFORMAÇÕES GERAIS

DESCRIÇÃO BOTÂNICA — BAUHINIA FORFICATA
Link, Enum. Hort. Berol.: 404.

Pode ser um arbusto alto, porém, comumente é uma árvore que alcança até 10 metros, com ramos glabros ou pubérulos e quase sempre aculeada. As fôlhas são divididas em dois lobos até um pouco abaixo do meio, tendo a base arredondada ou mesmo subcordada; os lobos são muito agudos, com nervuras curvas, glabros ou um pouco pilosos na face inferior; tais fôlhas medem 7-10 cm, sendo membranáceas. Os pecíolos alcançam de 1,5 a 2,5 cm. Os acúleos são, em geral, geminados, e tanto retilíneos como recurvados. Os botões apresentam-se em número de 2-6 em cada pedúnculo. Os pedicelos medem em geral cêrca de 1 cm. As flôres variam quanto às dimensões. Cálice com tubo até 2,5 cm e os lacíneos indo até 5 cm, exibindo forma mais ou menos espatácea. Os pétalos são quase do tamanho do cálice, assumindo forma linear ou oblonga. Os estames apresentam filêtes desprovidos de pêlos ou apenas com muito poucos, algo fundidos na base; as anteras são lineares. O ovário mostra-se glabro ou mui pouco piloso. O legume varia entre 15-25 cm de comprimento e 1,5 a 2,5 cm de largura, sendo sustentado por uma estipe que alcança até 5 cm de comprimento; por fim, é glabérrimo.

Distribuição geográfica — A espécie encontra-se difundida por todo o Brasil austro-oriental, sendo especialmente freqüente na cordilheira marítima e nos lugares silvestres de Minas Gerais. Na Amazônia ainda não

foi encontrada. Demonstra certo caráter invasor, beneficiando-se das derrubadas e sendo um dos membros mais freqüentes das capoeiras.

Nomes vernáculos — Bóia, Mororó, Pé-de-Boi, Unha-de-Anta, Unha--de-Boi, Unha-de-Vaca.

Propriedades e aplicações — Madeira relativamente dura, de pêso médio, lenho amarelo, às vêzes com tonalidade acizentada ou rósea. Boa de rachar e de ser trabalhada à plaina. Textura fina, grão direito ou irregular, inodora, de sabor indistinto. Ao que se sabe até agora, a madeira só tem sido usada para lenha. As fôlhas, porém, segundo OSWALDO COSTA (5) encerram um alcalóide e glicosídeos. A ação hipoglicemiante do extrato de fôlhas é de conhecimento empírico desde há longo tempo. Após os trabalhos de CARMELA JULIANI (citado por O. COSTA) as fôlhas foram aproveitadas como medicamento, o qual teria ação modificadora do metabolismo. Seu emprêgo, todavia, não se difundiu na prática médica.

MATERIAL E MÉTODOS

O material lenhoso estudado encontra-se na Xiloteca da Seção de Botânica Geral do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, com as seguintes indicações:

SEBOT n.º 236, *Bauhinia forficata* Link, Legum. Caesalp., "unha de vaca", col. J. G. Kuhlmann, proc. E. da Guanabara, Horto Florestal.
SEBOT n.º 4.882, *Bauhinia forficata* Link, Leg. Caesalp., "unha de vaca", col. A. de Mattos Filho, n.º 295, em 10-4-1963, proc. E. da Guanabara, Horto Florestal, morro da Margarida. Det. A. de Mattos Filho. Obs.: árvore com cêrca de 6 m de altura por 0,30 m de diâmetro, com frutos maduros. RB n.º 118.050.

Os corpos de prova foram retirados da porção mais externa do lenho. Na preparação das lâminas para o estudo anatômico foi empregada a técnica usual, e colorações pela safranina hidro-alcoólica, e pela hematoxilina de Delafield. A nomenclatura adotada segue o "Glossário dos têrmos usados em anatomia de madeiras" (18), e a avaliação das grandezas obedeceu às especificações estabelecidas pelos membros da Primeira Reunião de Anatomistas de Madeira (1).

As preparações para exame com o microscópio eletrônico (*), réplicas e cortes ultra-finos, foram feitos a partir dos mesmos corpos de prova usados para a anatomia, tendo sido também colhido material fresco do tronco e ramos com cêrca de 2 mm de diâmetro.

As réplicas das superfícies radial ou tangencial, foram tomadas em dois estágios: — metacrilato de metila e carvão, com sombreamento a cromo. As destinadas ao microscópio ótico, de maiores dimensões (1 × 1 cm)

---

* Siemens Elmiskop-I, doado ao Jardim Botânico pelas Fundações Rockefeller e Ford, e Conselho Nacional de Pesquisas.

foram montadas em "Permount" entre lâmina e lamínula, ao passo que, para o microscópio eletrônico, cortadas em fragmentos de 2 × 2 mm, foram colhidas sôbre as telas usuais de 1/8", malha 150.

Os cortes ultra-finos, de espessura inferior a 0,1 micron como indicado pela côr de interferência (20), foram obtidos com o ultra-micrótomo PORTER-BLUM provido de navalha de diamante (SERVALL ou LEITZ). Para tal, foram preparados blocos de fragmentos de madeira amolecidos em propanol-glicerina (fig. 6), desidratados com metanol e benzeno sêco sôbre sódio metálico, e incluídos em metacrilato, uma parte de butil para quatro partes de metil (6), promovendo-se a polimerização sob luz ultra--violeta em atmosfera de nitrogênio (19). Setores dos ramos foram fixados em OsO_4 a 2% em tampão de fosfato pH 7,4 e incluídos em metacrilato como antes referido, após conveniente desidratação em série crescente de álcool etílico (figs. 4, 5 e 7). Em alguns casos o contraste foi intensificado com citrato de chumbo ou com acetato de uranila.

RESULTADOS

1. Caracteres Macroscópicos

Casca: Castanho-escura, lisa, fina, destacando-se fàcilmente do lenho. Na madeira verde a casca solta-se em longas fitas que, devido à sua resistência, devem prestar-se para a indústria de cordoária.

Anéis de crescimento: Mais ou menos demarcados pelas faixas estreitas e mais escuras do lenho e, outras vêzes, pela presença do parênquima terminal ou inicial.

Parênquima: Visível mas não distinto, pràticamente do tipo para-traqueal vasicêntrico; presente também o tipo apotraqueal terminal ou inicial em linhas finas.

Poros: Perfeitamente visíveis à vista desarmada, pouco numerosos, solitários e múltiplos, com predominância dos primeiros; distribuídos irregularmente, porém, outras vêzes em fileiras tangenciais ou oblíquas com tendência para poros em anel (fig. 1).

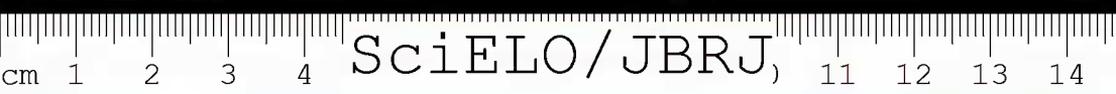
Linhas vasculares: Perfeitamente distintas e longas nas faces tangenciais.

Conteúdo: Goma em alguns vasos.

Raios: Finos, numerosos, perceptíveis nas seções transversal e tangencial.

Estratificação: Ausente.

Máculas medulares: Não foram observadas.

Canais de goma: Ausentes.

2. CARACTERES MICROSCÓPICOS (Figs. 2 e 3)

VASOS:

Disposição: Irregular (madeira de poros difusos), algumas vêzes agrupados, porém, outras vêzes, em fileiras tangenciais ou obliquas. Pelo grande número de vasos há, em certos campos a sugestão de falsos poros em anel.

Poros: De pouco a numerosos; solitários e múltiplos de 2-4, raramente mais.

Número: De 10 a 25 por mm², freqüentemente entre 14 a 20, em média 15, predominando os solitários, em cêrca de 70% dos casos, e dos múltiplos os de dois (cêrca de 25% dos casos). Os vasos ocupam aproximadamente 21% do volume total do lenho.

Seção: Geralmente subcircular até oval. Suas paredes são em geral delgadas (5 a 10 *micra* de espessura).

Diâmetro: De pequenos a médios. Os maiores diâmetros estão compreendidos entre 75 e 262 *micra*, mais comumente entre 180 a 240 *micra*.

Elementos vasculares: Muito curtos, de 0,187 a 0,360 mm, mais freqüentemente entre 0,262 e 0,300 mm. Raros apêndices são encontrados em um dos extremos.

Perfuração: Simples, horizontal, geralmente total.

Tilos: Foram observados em pouquíssimos vasos; aglomerados, enchendo tôda a cavidade do elemento (fig. 2) de paredes moderadamente espêssas, lenhificadas e pontuadas.

Pontuações intervasculares: Pares areolados, bastante numerosos, de disposição alterna; pontuações não guarnecidas, de contôrno circular ou elítico, com diâmetro entre 4-9 *micra*, fenda estreita lenticular, geralmente exclusa, com coalescência das pontuações às vêzes em número grande (2-6 pontuações).

Pontuações parênquimo-vasculares: Pares semi-areolados, numerosos, de disposição alterna; pontuações não guarnecidas de contôrno elítico, com diâmetro entre 6-14 *micra;* abertura em fenda ampla, horizontal ou oblíqua, geralmente exclusa, poucas vêzes coalescentes (duas pontuações). Freqüentemente a abertura amplia-se ainda mais, sendo a pontuação vascular, em alguns casos, tìpicamente simplificada.

Pontuações rádio-vasculares: Pares semi-areolados, mais numerosos que os anteriores, de disposição alterna; pontuações não guarnecidas, de contôrno elítico, raramente circular, com diâmetro entre 6-14 *micra*. Aberturas em fenda de largura muito variável; as externas, estreitas e

longas, exclusas, coalescentes em alguns casos (duas pontuações); as internas em certos campos, aparecem muito amplas, arrendondadas, sendo porém menos freqüentes que nas parênquimo-vasculares as formas simplificadas.

Nota-se também a presença de formações que exibem contôrno e dimensões semelhantes aos de certas pontuações, mas conservam quanto à coloração e transparência o aspecto da parede vascular secundária. Devem corresponder às pontuações cegas de tipo especial, melhor estudadas pela microscopia eletrônica (24). É extremamente variável o diâmetro das pontuações, sobretudo dos pares semi-areolados. Ao lado de pontuações cujo diâmetro está compreendido nos limites apontados acima, existem outras com dimensões mínimas, quase invisíveis com o microscópio ótico.

PARÊNQUIMA AXIAL:

Predominantemente do tipo *Paratraqueal*, compreendendo o vasicêntrico e o escasso, abrangendo às vêzes dois ou mais vasos próximos; em certos trechos apresenta-se relativamente abundante e confluente, constituindo faixas tangenciais mais largas; outras vêzes é incompleto. Presente também o tipo *Apotraqueal* terminal ou inicial e o concêntrico estreito irregular com 1-4 células, limitando o anel de crescimento, sendo também freqüente o tipo difuso, geralmente cristalífero.

Séries: De 187-375 *micra*, mais comumente com 1-8 células; freqüentemente entre 225-300 *micra* com 2-3 células.

Diâmetro máximo: Geralmente entre 17-56 *micra;* comumente entre 20-34 *micra*, nas células epivasculares, o diâmetro máximo atinge até 56 *micra*.

Cristais: Presentes, volumosos, primásticos, solitários, encravados; séries geralmente holocristalíferas. Às vêzes as séries cristalíferas se acham anexadas aos raios.

Obs.: Comumente encontramos células resultantes de outras iniciais de parênquima, que são anexadas aos raios durante a ontogênese, aumentando a largura dêsses últimos.

PARÊNQUIMA RADIAL:

Tipo: Homogêneo, tipo I de *KRIBS* (7) fig. 3.

Raios, número: De poucos a numerosos, 3-7 por mm, mais comumente 4-7 (8), em média 5 por mm.

Largura: De muito finos a largos, entre 15-112 *micra*, com 2-7 (8) células; mais comumente entre 52-80 *micra* com 4-6 células. Predominam, no entanto, em número, os raios multisseriados.

Altura: De muito baixos a baixos, entre 0,100-0,925 mm, com 2-52 células, mais freqüentemente entre 0,380-0,770 mm, com 20-40 células. Muito freqüentemente são os raios fusionados verticalmente assim atingindo até 1,50 mm com 100 células.

FIBRAS:

Libriformes, homogêneas, de seção muito variável, geralmente poligonal, e dispostas irregularmente.

Comprimento: De curtas a muito longas, entre 1,200-2,325 mm, mais comumente entre 1,500-1,650 mm.

Diâmetro máximo: Geralmente compreendido entre 18-27 *micra*.

Paredes: De delgadas a moderadamente espêssas; lúmen das fibras é de seção muito variável, geralmente poligonal.

Pontuações: Simples, sob a forma de fenda linear, medindo de 3-5 *micra* de comprimento.

ANÉIS DE CRESCIMENTO: Demarcados pela presença de camada de fibras mais espêssas do lenho tardio e do parênquima apotraqueal terminal ou inicial.

CANAIS DE GOMA: Ausentes.

MÁCULAS MEDULARES: Ausentes.

ESTRATIFICAÇÃO: Ausente.

3. ESTRUTURA SUB-MICROSCÓPICA

Examinando, sob o microscópio eletrônico, réplicas de superfícies tangenciais e radiais do alburno, colhemos aspectos das faces interna e externa dos vasos lenhosos, bem como de planos de fratura no interior da respectiva parede. Perfis desta e das pontuações puderam ser examinados nos cortes ultra-finos, em imagens como nas figuras 4 a 7.

Não se encontrou nenhum vestígio de guarnição, nem na face interna dos vasos nem em qualquer parte das pontuações.

A superfície interior dos vasos (figs. 9 e 10) quase sempre exibe distintamente a textura fibrilar típica da parede terciária. Como de costume, as microfibrilas formam largo ângulo com o eixo do vaso e se entrecruzam em ângulos agudos, do que resultam pequenos detalhes do relêvo com a forma de losangos alongados. Variações de orientação podem ocorrer nas áreas em que se acham as aberturas desiguais e esparsas das pontuações parênquimo-vasculares. Por vêzes se encontram pequenas verrugas (fig. 10), que podem se concentrar ou aparecer mais desenvolvidas junto aos cantos das fendas das pontuações intervasculares. Também

pode se dar, em certas áreas, a aposição de remanescentes do citoplasma, ou de uma capa fibrilar contínua, semelhante à assinalada por *LIESE* (10) em *Dalbergia sissoo* Roxb.

A camada S_2 da parede secundária mostra a usual estrutura em contra-placado, podendo-se ver na figura 11 duas lamelas vizinhas cujas microfibrilas seguem direções diferentes. Em cada lamela as microfibrilas divergem em leque, cujo ápice se aproxima da curva menor de uma pontuação, daí partindo também uma linha de fratura e conseqüente separação das lamelas.

Talvez pertencentes à camada S_1 da parede secundária, ou a uma transição desta para a parede primária, aparecem trechos como aquêles entre as pontuações, nas figuras 12 e 13, onde se percebe que as microfibrilas contornam as câmaras, aspecto análogo ao das faixas onduladas de *BOSSHARD* (4).

Às vêzes a técnica de preparação faz com que, casualmente, fique exposta a camada de textura paralela da parede primária do vaso, como o trecho que aparece no canto superior direito da figura 14. Neste, e em diversos outros exemplos, temos visto esta camada, cujas microfibrilas se continuam em estrato de textura análoga das membranas das pontuações. Trata-se sem dúvida da região da parede primária cujas microfibrilas foram depositadas em fase inicial do desenvolvimento do elemento vascular, e a orientação paralela resulta da distensão devida ao aumento de diâmetro da célula ("stretching growth").

Vários aspectos das pontuações intervasculares podem ser examinados nas figuras 5, 6, 9, 10 e 12 a 14. Ao progredir em direção ao canal, a abertura interna (fig. 10) se afunila, sem contudo perder a forma achatada, reduzindo-se mais segundo seu eixo maior. O perfil da pontuação é regular, sem projeções nem verrugas (fig. 5), sendo a abertura externa e a câmara também muito lisas (fig. 12). Por vêzes se percebe a textura fibrilar da parede da câmara, em disposição concêntrica ou espiralada. As verrugas, ocasionais, são ali muito pequenas e, como de hábito, mais freqüentes perto da abertura do canal. Ainda com relação à figura 12, convém esclarecer que só são expressivos, e pertencentes ao material estudado, os detalhes fora da linha correspondente à abertura externa (Ae). No interior da mesma, as marcas de repuxamento decorrem da fratura do metacrilato que penetrou no canal por ocasião da primeira etapa da tomada da réplica. Observação análoga poderia ser feita em relação à figura 10.

A membrana (figs. 5, 6, 13 e 14) apresenta a estrutura simétrica usual também encontrada em outras espécies (14, 26); de cada lado da lâmina média há pelo menos duas capas fibrilares separadas por uma camada granulosa. Supomos que as camadas que aparecem granulosas nas réplicas (fig. 13) ou como depósitos densos aos eléctrons nos cortes ultra-finos (fig. 6), correspondam ao material de incrustação. Assim, na espessura total da membrana intervascular (fig. 6) quatro camadas de microfibrilas de celulose (transparentes aos eléctrons nos cortes ultra-finos) são mais

ou menos separadas por três estratos de material de incrustação (mais escuros na imagem eletrônica). Dêstes, o central seria a lâmina média, ou o que dela restasse após a evolução da membrana. As duas capas fibrilares mais próximas da lâmina média, de um e outro lados, possuem textura predominantemente paralela, e suas microfibrilas continuam-se na parede primária do vaso como referido acima. Nas duas capas mais externas, as microfibrilas se dispõem em textura cruzada frouxa. Uma destas aparece na figura 14 (à esquerda), parcialmente levantada (trecho escuro no centro), podendo-se apreciar bem a trama fibrilar e concluir que sua espessura deve ultrapassar pouco o diâmetro de uma microfibrila. Em plano subjacente (à direita) aparece material granuloso e estão indicadas algumas microfibrilas paralelas em continuação com as da parede do vaso (canto superior direito).

Em várias oportunidades temos observado compacta incrustação na parede do vaso mascarando a textura fibrilar que, ao contrário, é muito visível na membrana da pontuação, onde é menor a quantidade de substâncias incrustantes.

Em trabalho anterior com a Dra. Roswitha Schmid (14,26) investigamos a estrutura sub-microscópica das membranas vasculares, em várias fases de seu desenvolvimento, em *Amburana acreana* (Ducke) A. C. Smith, *Plathymenia foliolosa* Benth., *Plathymenia reticulata* Benth., *Goniorrhachis marginata* Taub e *Bauhinia forficata* Link. Vimos então que a membrana intervascular é sempre simétrica. Quando muito jovem (nos elementos vasculares junto ao câmbio) é continuação da lâmina média composta, tanto em espessura como em orientação fibrilar. À medida que o vaso se desenvolve, a membrana entumesce e parece perder material de incrustação, ficando cada vez mais transparente aos eléctrons. A figura 5 surpreendeu esta fase de grande transparência. Posteriormente, a membrana readquire material denso como se vê na figura 6.

Diversos detalhes relativos às pontuações parênquimo-vasculares podem ser vistos nas figuras 4, 7 e 9. Nesta última, aparecem as aberturas internas destas pontuações em confronto com duas fendas de pontuações intervasculares (parte superior da figura).

As membranas parênquimo-vasculares possuem estrutura assimétrica (14,26). Também aqui, em elemento muito jovem, a membrana é uma continuação da lâmina média composta. Em seguida, as camadas do lado do vaso podem apresentar uma estrutura frouxa ou granular, ao passo que aquelas voltadas para a célula parenquimática são mais compactas (fig. 7), por vêzes exibindo textura paralela e densidade aos eléctrons mais elevada. Aqui se justapõe uma camada a que denominamos (14,26) *camada adicional*, e que se estende não só sôbre a membrana da pontuação como um pouco sôbre a parede vizinha (fig. 7, Ca), localizando-se externamente ao plasmalema da célula parenquimática; possui relativa transparência, e textura reticular ou esponjosa. Esta camada pode ter espessura equivalente à da própria membrana (da ordem de 0,2 *micron*).

Foram encontradas algumas pontuações cegas: em certos cortes ultra--finos via-se claramente a pontuação simples perfeita na parede de uma célula parenquimática, faltando-lhe o respectivo complemento, uma vez que, do lado do vaso adjacente, a parede corria uniforme em espessura e e aspecto.

Tôdas as membranas vasculares são contínuas, não se encontrando qualquer perfuração visível até 100.000x. Ao contrário, as membranas das pontuações interparenquimáticas são, em regra, atravessadas por plasmodesmas (figs. 4 e 4a).

SUMÁRIO

Versa o presente estudo sôbre a anatomia e estrutura submicroscópica da madeira de *Bauhinia forficata* Link, árvore do Brasil austro-oriental, vulgarmente conhecida como *bóia, mororó, pé-de-boi, unha-de-anta, unha-de-boi* e *unha-de-vaca.*

SUMMARY

Here is presented a study on the anatomy and the fine structure of the wood from *Bauhinia forficata* Link, a tree occurring in southern and eastern Brazil, known locally as "bóia", "mororó", "pé-de-boi", "unha-de--anta", "unha-de-boi" and "unha-de-vaca".

Vessels: Usually irregularly distributed, corresponding to 21% of the wood volume. Pores from few to numerous, solitary or multiples 2-4. Cross section usually sub-circular oval, with thin walls. Very short vessel elements. Perforations simple horizontal and usually total. Tyloses very seldom observed. Intervascular pitting numerous, alternate, medium sized, not vestured, sometimes with coalescent apertures (corresponding to 2-6 pits). The pit diameter varies very much, especially in half-bordered pit pairs.

Wood parenchyma: Predominantly paratracheal, including vasicentric and scanty parenchyma, surrounding sometimes 2 or more vessels. Apotracheal (terminal or initial) and concentric, narrow irregular with 1-4 cells, also present.

Also found diffuse type, usually crystalliferous. Maximum diameter up to 56 *micra* in epivascular cells.

Ray parenchyma: Homogenous *KRIBS'* type I. Rays from few to numerous, averaging 5 per mm. Width from very narrow to wide, 15-112 *micra*, with 2-7 (8) cells, more commonly 52-80 *micra*, with 4-6 cells. Multiseriate rays predominate. Height from very short to short, with 20 to 40 cells. Frequently 0.380 — 0.770 mm.

Wood fibers: Libriform, homogenous, varied sections, usually polygonal. From short to very long, more commonly between 0.500-1.650 mm. Maximum diameter 18-27 *micra*. Walls thin to moderately thick. Simple pits 3-5 *micra* long. Ripple marks absent. Gum ducts absent. Pith flecks not observed.

Fine structure: Aspects of the inner and outer surfaces, and of fracture planes inside thc vessels' wall, were recorded with the electron microscope, from replicas of sapwood blocks. Images like shown in figs. 4-7 were studied, from thin sections of the wood, and of young twigs (2 mm diameter).

No vestures were found neither on the vessels' inner surface, nor in any part of the pits.

At the vessels' lumen side (figs. 9 and 10), the typical texture of the terciary wall is often seen. Warts, when present, are very small (fig. 10). They may concentrate, and be a little bigger, near the corners of the inner apertures of intervascular pits. In some places, a continuous fibrilar layer covers the inner surface, spreading over the pit apertures; it resembles the coating described by *LIESE* (10) in *Dalbergia sissoo* Roxb.

Two lamellæ of S_2 can be seen in fig. 11, showing the common fan-like distribution of the microfibrils.

Closer to the outside, the vessel wall between the pits (figs. 12 and 13) exhibits microfibrils surrounding concentrically the pit chambers, and belonging propably to the S_1 layer, or to a transition between S_1 and the adjacent primary wall. This fibrilar arrangement reminds the wavy ridges described by *BOSSHARD* (4). In other instances, the areas between pits display parallel texture (fig. 14, upper right), belonging to a layer of the primary wall reoriented by stretching growth.

Several aspects of intervascular pits can be seen in figs. 5, 6, 9, 10 and 12 to 14. The inner aperture is slit-like, and narrows when extending into the pit canal (fig. 10).

The pit profile is regular, without projections or warts (fig. 5). The pit outer aperture and the pit chamber are also smooth (fig. 12), the occasional warts being quite small. Sometimes a concentrical or spiral arrangement of microfibrils can be detected in the chamber's wall.

The inter-vessel pit membrane is symetrical as usual (14,26). The layers that appear granular in replicas (fig. 13), or as dense deposits in thin sections (fig. 6), are thought to be incrusting material. The central dense layer is probably the middle lamella, or what remains of it after the membrane development. At each side of the middle lamella, two microfibrilar layers (electron transparent) are present, the outer one displaying a loose woven texture (fig. 14, left), the inner one having microfibrils predominantly parallel (fig. 14 right), commonly continuing in the vessel's wall surrounding the pit. In an intermediate phase of development (14,26) this membrane can be very transparent to electrons (fig. 5).

The vessel-parenchyma pit inner apertures can be very wide (fig. 9). The pit profile is regular and smooth (figs. 4 and 7). The membrane (fig. 7-M) is assymetrical, showing at the vessel's side a loose textured relatively transparent layer. Towards the parenchyma cell a dense layer is seen and, apposed to it, an *additional layer* (fig. 7-Ca), which extends over the adjoining cell wall, and shows a loose, reticular or spongeous texture (14,26).

A few blind pits were found: — in some thin-sections a simple pit was clearly seen in the wall of a parenchyma cell; however, the wall of the adjoining vessel, instead of being perforated by the usual complementary pit, ran uniform in thickness and general aspect.

All vascular pit membranes were found to be continuous; no perforation could be detected (up to x 100.000). On the contrary, pit membranes between parenchyma cells were, as a rule, perforated by plasmodesmata (figs. 4 and 4-A).

BIBLIOGRAFIA

1. Anatomia de Madeiras, Primeira Reunião — Conclusões e Recomendações — Rodriguésia, Rio de Janeiro, 11: 373-382. 1937.
2. BAILEY, I. W. — The cambium and its derivative tissues. VIII. — Structure, distribution and diagnostic significance of vestured pits in dicotyledons. Journal of the Arnold Arboretum 14: 259-273. 1933.
3. BENTHAM, G. — Leguminosæ in Martius, C. F. Ph., Fl. Bras. vol. XV, Pars. II 1870-76.
4. BOSSHARD, H. — Elektronenmikroskopische Untersuchungen in Holz von *Fraxinus excelsior*. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 62: 482-508. 1952.
5. COSTA, O. Almeida — Estudo farmaco-químico da unha de vaca — *Bauhinia forficata* Link. Rev. da Flora Medicinal, Rio de Janeiro, 9 (3): 175-190. 1942.
6. FENGEL, D. — Ultraduennschnitte von Holz, ihre Herstellung und Auswertung. Leitz-Mitteilungen 11: 89-92. 1962.
7. KRIBS, David A. — Salient lines of structural specialization in the wood rays of dicotyledons. Botanical Gazzette, 96: 547-557. 1935.
8. LIESE, W. — The fine structure of lignified cell wall. 2nd. Symposium on cellulose research — Dehra Dun. India. 1958.
9. LIESE, W. — Die Struktur der Tertiärwand in Tracheiden und Holz fasern. Holz als Roh- und Werkstoff, 18: 296-303. 1960.
10. LIESE, W. — Tertiary wall and warty layer in wood cells. J. Polymer Sci. Part. C p. 213-229. 1963.
11. LIESE, W. e W. A. CÔTÉ Jr. — Electron Microscopy of Wood: Results of the first ten years of research. Fifth World Forestry Congress Proceedings, Seattle. 1960.
12. LIESE, W. e M. C. LEDBETTER — Occurrence of a warty layer in vascular cells of plants. Nature 197: 201-202. 1963.
13. MACHADO, R. D. e R. SCHMID — Estrutura das pontuações guarnecidas de *Goniorrhachis marginata* Taub. Arquivos do Jardim Botânico, 18: 285-292. 1965.
14. MACHADO, R. D. e R. SCHMID — Pit membranes in hardwoods, fine structure and development. Inédito.
15. MATTOS FILHO, A. — Contribuição ao estudo anatômico do lenho do gênero *Plathymenia*. Rev. Rodriguésia. 21-22 (33-34): 45-58. 1959.
16. MATTOS FILHO, A. — Contribuição ao estudo anatômico do lenho de *Goniorrhachis marginata* Taub. Arquivos do Jardim Botânico, 18: p. 215-222. 1965.

17. MILANEZ, F. R. — Nota sôbre a classificação do parênquima do lenho. Rodriguésia, 8 (17): 1-4. 1944.

18. MILANEZ, F. R. e A. de MIRANDA BASTOS — Glossário dos Têrmos usados em anatomia de madeiras. Anuário Brasileiro de Economia Florestal, 12 (12): 418-442. 1960.

19. MOORE, D. H. e P. M. GRIMLEY — Problems in methacrylate embedding for electron microscopy. J. Biophys. Biochem. Cytol. 3: 255-260. 1957.

20. PEACHEY, L. D. — Thin sections, I — A study of section thickness and physical distortion produced during microtomy. J. Biophys Biochem. Cytol. 4: 233-242. 1958.

21. PORTER, K. R. e MACHADO, R. D. — The endoplasmic reticulum and the formation of plant cell walls — Proc. Eur. Reg. Conf. Electron Microscopy. Delft. vol. II. 1960.

22. ROELOFSEN, P. A. — The plant cell wall. Encyclopedia of Plant Anatomy, Gebrüder Borntraeger, Berlin — Nikolassee 1959.

23. SCHMID, R. — Penetração e ataque das madeiras por fungos. Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 18: 279-283. 1965.

24. SCHMID, R. e R. D. MACHADO — Über den Feinbau der "verzierten" Tüpfel bei der Gattung *Plathymenia*. Holz als Roh- und Werkstoff 21: 41-47. 1963.

25. SCHMID, R. e R. D. MACHADO — Zur Entstehung und Feinstruktur skulpturierter Hoftüpfel bei Leguminosen. Planta 60: 612-626. 1964.

26. SCHMID, R. e R. D. MACHADO — Entwicklung und Feinstruktur der Tüpfelmembranen im Laubholz. Ber. Deuts. Bot. Ges. 77: 385-387. 1965.

27. WARDROP, A. B., W. LIESE e G. W. DAVIES — The nature of the wart structure in conifer tracheids. Sonderdruck aus Holzforschung, 13 (4): 115-120. 1959.

28. WARDROP, A. B. e G. W. DAVIES — Wart structure of gymnosperm tracheids. Nature 194: 497-498. 1962.

LEGENDA DAS FIGURAS

1 — Aspecto macrográfico da seção transversal do lenho. Amostra 4882 — SBG, x 25.

2 — Seção transversal do lenho (transição entre cerne e alburno) Amostra 4882 — SBG. Fotomicrografia, x 50.

3 — Seção tangencial do alburno. Amostra 4882 — SBG. Fotomicrografia, x 50.

4 — Eletromicrografia de corte transversal ultra-fino, incluindo parte de um vaso (lado direito) e algumas células parenquimáticas. L — lâmina média composta, S — parede secundária, P — pontuação parênquimo-vascular, Mv — membrana contínua, Mp — membrana de pontuação inter-parenquimática, perfurada por plasmodesmas. Intensificado com Pb, x 6.200.

4a — Pontuação inter-parenquimática, vendo-se a membrana (M) perfurada por plasmodesmas (Pd). Eletromicrografia de corte ultrafino intensificado com Pb, x 30.000.

5— Pontuação inter-vascular (par areolado) vendo-se que não há guarnição. A membrana (M), em fase intermediária de desenvolvimento, apresenta grande transparência, com muito pouco material de incrustação (denso aos electrons). L — lâmina média. Eletromicrografia de corte transversal ultra-fino intensificado com Pb, x 30.000.

6 — Membrana de pontuação intervascular inteiramente desenvolvida. Em alguns trechos, principalmente à esquerda, distinguem-se três camadas mais densas (material de incrustração) intercaladas com quatro mais transparentes (microfibrilas de celulose). Electromicrografia de corte ultra-fino, x 100.000.

7 — Pontuação parênquimo-vascular (par semi-areolado). Note-se a camada adicional (Ca) da membrana (M), do lado da célula parenquimática (P), L — lâmina média composta. Eletromicrografia de corte ultra-fino intensificado com Pb, x 30.000.

8 — Fotomicrografia da parede de um vaso. Em fóco, à esquerda, as aberturas externas das pontuações, circundadas pela orla das câmaras, e à direita, as aberturas internas em forma de fenda, por vêzes coalescente abrangendo duas ou três pontuações, x 1.000.

9 — Eletromicrografia de réplica da face interna de um vaso, vendo-se em cima duas fendas, forma normal da abertura interna das pontuações intervasculares. Abaixo, várias aberturas mais largas, comuns nas pontuações parênquimo-vasculares. Nos intervalos, o relêvo fibrilar da parede terciária. x 3.000.

10 — Eletromicrografia de réplica da face interna de um vaso vendo-se duas aberturas de pontuações intervasculares, desprovidas de guarnição. As pequenas granulações (verrugas) não impedem a visibilidade da textura fibrilar da parede terciária. x 10.000.

11 — Eletromicrografia de réplica dc fratura segundo plano tangencial à parede de um vaso, expondo a camada S_2 da parede secundária. Evidenciam-se duas lamelas (L_1 e L_2) cujas microfibrilas mostram a comum dispersão em leque. Através das pontuações aparecem as respectivas membranas (M). x 5.000.

12 — Face externa de um vaso. Área com pontuações intervasculares cujas membranas foram arrancadas, ficando expostas as câmaras. As aberturas externas (Ae) foram nitidamcnte reproduzidas, e vê-se que são desprovidas de guarnição. Eletromicrografia de réplica, x 7.500.

13 — Face externa de um vaso. Área com pontuações intervasculares fechadas pelas respectivas membranas. Na do canto superior direito aparece uma camada granulosa (material de incrustação), a qual foi quase totalmente arrancada nas demais, reduzindo-se a um anel periférico. Eletromicrografia de réplica, x 7.500.

14 — Face externa de um vaso vendo-se parte de uma pontuação intervascular onde se distinguem duas camadas estruturais da membrana. Eletromicrografia de réplica, x 35.000.

LEGEND OF FIGURES

1 — Transversal surface of wood sample n. 4882 — SBG, x 25.

2 — Cross section of wood (transition between heartwood and sapwood). Sample n. 4882 — SBG, x 50.

3 — Tangencial section of sapwood. Sample n. 4882 — SBG, x 50.

4 — Electron-micrograph of transversal thin section including part of a vessel (upper right) and some parenchyma cells. L — middle lamella and primary walls, S — Secondary wall, P — vessel-parenchyma pit, Mv — pit membrane, Mp — pit membrane between parenchyma cells, perforated by plasmodesmata. Pb stained, x 6.200.

4a — Simple pit-pair between two parenchyma cells. The membrane (M) is perforated by plasmodesmata (Pd). Electron micrograph of Pb stained thin section, x 30.000.

5 — Bordered pit-pair. Vestures are not present. The pit membrane (M), in an intermediate state of development, is very transparent to electrons. L — middle lamella. Electron micrograph of transversal thin section Pb stained, x 30.000.

6 — Completely developed inter-vessel pit membrane. In some places (left side) three electron dense layers are seen (probably incrusting material) alternating with four transparent ones (possibly cellulose microfibrils). Electron micrograph of thin section, x 100.000.

7 — Half bordered pit-pair. An additional layer (Ca) is seen apposed to the pit membrane (M), towards the parenchyma cell (P) side. L — middle lamella and primary walls. Electron micrograph of thin section Pb stained, x 30.000.

8 — Photomicrograph of a vessel's wall. At left, the focal plane corresponds to the outer apertures, surrounded by the pit chambers; at right, it includes the inner apertures, sometimes in the form of coalescent slits. x 1.000.

9 — Lumen side of a vessel, perforated by two inner apertures of inter-vessel pits (slits at upper part), and by wider inner apertures of vessel-parenchyma pits. Electron micrograph of replica, x 3.000.

10 — Lumen side of a vessel. Two inner apertures of inter-vessel pits are shown, and it is clearly seen that they are not vestured. The small warts do not conceal the fibrilar texture of the tertiary wall. Electron micrograph of replica, x 10.000.

11 — Vessel wall split along a plane parallel to its surfaces, exposing the S_2 layer. Two lamellæ are discernible (L_1 and L_2). Through the pit openings their membranes (M) are seen. Electron micrograph of replica, x 5.000.

12 — Outer surface of a vessel. Area with inter-vessel pits. The smooth pit chambers and the not vestured outer apertures (Ae) are shown. Electron micrograph of replica, x 7.500.

13 — Outer surface of a vessel. Area with inter-vessel pits closed by their membranes. At upper right the granular layer (incrusting material) of a pit membrane was preserved; in the other pits such layer was detached, only a ring remaining. Electron micrograph of replica, x 7.500.

14 — Outer surface of a vessel. Two structural layers of an inter-vessel pit membrane are depicted. Electron micrograph of replica, x 35.000.

Mv
P
S
Mv
P
L
Mp
4
Pd
M
4a

M
L
5
6
M
L
Ca
P
7

8
9
10

L1
L1
L2
M
L2
11
Ae
12